

3.2 Surveiller le marché de l'interconnexion de données

► **NB.** *en cas de doute sur les termes techniques employés ci-après, l'Arcep invite le lecteur à se reporter à l'annexe 6 du rapport au Parlement et au Gouvernement sur la neutralité d'internet publié en septembre 2012.*

3.2.1 Recueil d'informations

a) Rappel : historique et cadre du recueil réglementaire semestriel

L'Arcep a adopté sur le fondement de l'article L. 32-4 du CPCE, le 29 mars 2012, la décision n° 2012-0366 instaurant une collecte périodique d'informations sur les conditions techniques et tarifaires de l'interconnexion et de l'acheminement de données sur internet. Cette décision a eu pour but d'améliorer sa connaissance des marchés de l'interconnexion et de l'acheminement de données sur internet.

En s'appuyant sur les retours d'expérience des trois premiers semestres de recueil et sur les conclusions des enquêtes menées par l'Arcep dans ce domaine, l'Arcep a modifié la décision de 2012 en adoptant le 8 avril 2014 la décision n° 2014-0433-RDPI.

Celle-ci a apporté trois améliorations importantes :

- distinguer les capacités installées et les capacités paramétrées, sur chaque lien d'interconnexion visé par la décision ;

- permettre à l'Autorité de solliciter, de manière ponctuelle, des informations complémentaires afin qu'elle puisse apprécier l'ampleur d'une saturation présumée sur un des liens d'interconnexion ;
- alléger le dispositif, en réduisant le volume de données fournies par les opérateurs et le nombre de relations couvertes par la décision.

Les données recueillies dans le cadre de ce dispositif ont permis à l'Arcep de consolider ses connaissances du marché de l'interconnexion en France et d'en comprendre les évolutions. Cette supervision est utile pour, d'une part, mettre l'Arcep en position de réagir rapidement en cas de problème éventuel et, d'autre part, inciter les acteurs à un comportement vertueux. L'Arcep pourrait ainsi exercer les compétences que lui a attribuées le législateur si des difficultés persistaient (notamment en enquête administrative ou en règlement des différends).

En revanche, il n'apparaît toujours pas, au regard des chiffres et tendances présentés ci-après, nécessaire que l'Arcep y intervienne directement par la voie d'une décision de régulation *ex ante*.

b) Autres sources d'information

Les cycles de collecte d'informations ont non seulement permis à l'Arcep de renforcer l'expertise de ses agents par rapport à la situation du marché de l'interconnexion et son évolution mais aussi de développer son réseau de contacts : experts et acteurs de toute la chaîne de valeur.





© everythingpossible

CADRE DE RÉGULATION APPLICABLE À L'INTERCONNEXION



Il arrive ponctuellement – en France comme ailleurs dans le monde – qu'un acteur d'internet observe une dégradation de la qualité d'expérience d'une partie seulement de ses clients, utilisant un FAI donné. Cette dégradation peut trouver sa cause dans l'apparition d'une congestion au niveau de l'interconnexion entre ce FAI et un opérateur acheminant une partie du trafic de l'acteur concerné.

De manière générale, grâce au dispositif de collecte d'informations sur l'interconnexion et l'acheminement de données sur internet, l'Arcep dispose d'informations permettant de se forger une première appréciation de la situation.

L'Autorité pourrait exercer les compétences en règlement de différend que lui attribue le législateur si des difficultés perduraient.

Enfin, même si l'interconnexion n'est pas identique à l'accès à internet et qu'elle n'est pas couverte en tant que tel par le règlement internet ouvert, les pratiques utilisant l'interconnexion pour brider des flux spécifiques et donc limiter les droits des utilisateurs pourraient être analysés sous l'angle dudit règlement (sur les pouvoirs de l'Arcep pour s'assurer du respect de ses dispositions, voir « Les apports de la loi pour une République numérique », page 63).

Cf. considérant 7 du règlement internet ouvert et considérants 5 et 6 des lignes directrices du BEREC (textes de référence présentés en section 3.4.1).

Grâce à cela, l'Arcep est désormais l'un des régulateurs les plus actifs au sein du groupe de travail du BEREC portant sur l'interconnexion de données : ce groupe de travail publiera au second semestre de 2017 une mise à jour de son rapport, publié en 2012, sur l'interconnexion dans le contexte de la neutralité d'internet.

Afin de mieux sonder ce marché de l'interconnexion, l'Arcep réalise également des recherches et études ponctuelles à partir de données publiques et de résultats de questionnaires *ad hoc* ; elle organise par ailleurs régulièrement des rencontres avec les différents acteurs d'internet en France. En particulier, l'Arcep a adressé début 2017 aux quatre principaux FAI en France un questionnaire sur la composition du trafic et l'injection interne au sein du réseau des FAI (cf. *infra*).

c) Point sur les nouvelles tendances de marché

Dans le cadre de ses activités de surveillance du marché, l'Arcep a pu déceler certaines tendances de fond sur le marché, présentées ci-après.

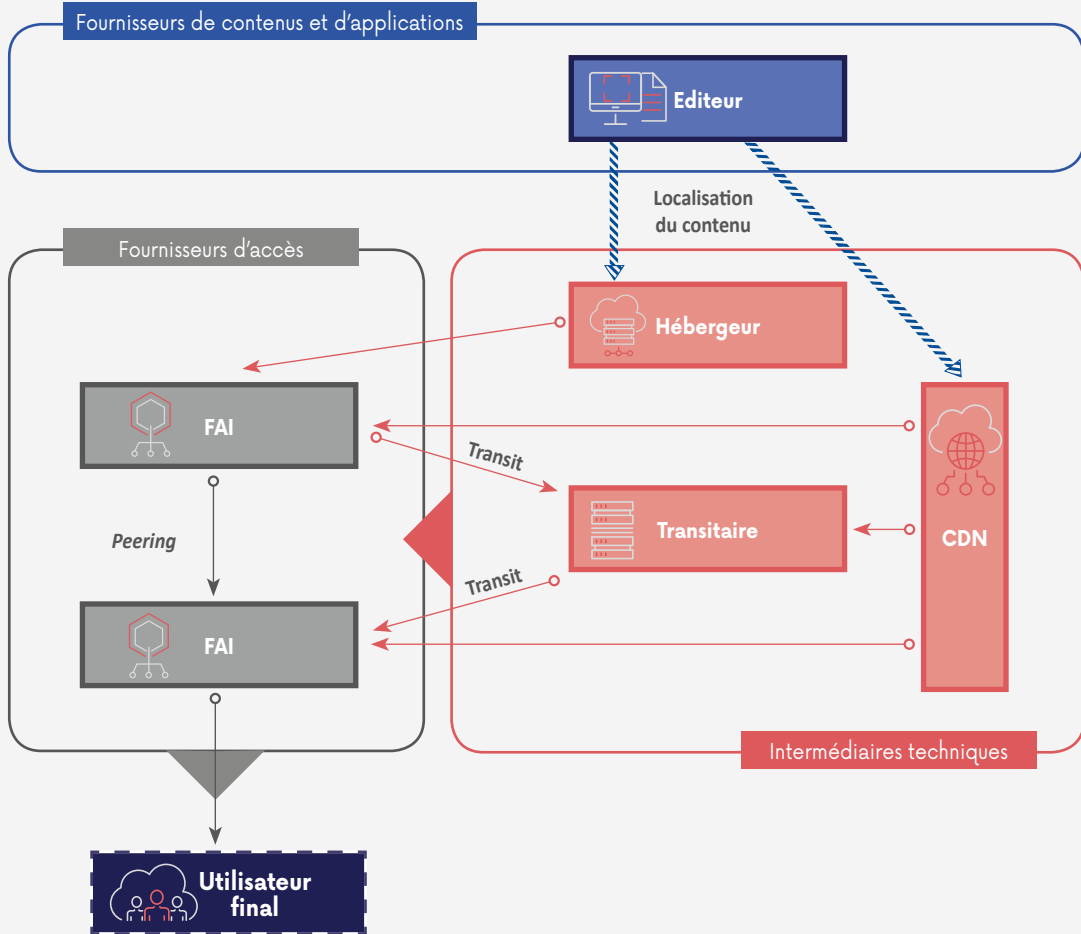
Pour commencer, l'Arcep observe l'augmentation notable du trafic émis depuis des serveurs cache hébergés, qui constitue un nouveau moyen d'injection de trafic sur le réseau des FAI, venant s'ajouter aux modes d'interconnexion traditionnels (transit, *peering*).

Ces CDN / cache internes peuvent appartenir soit au FAI soit à des fournisseurs de contenus tiers. Ils peuvent être localisés dans le réseau de l'opérateur ou en bordure de son réseau (sans toutefois appartenir à un autre réseau).

Selon les réponses au questionnaire organisé début 2017, il apparaît que l'injection interne de trafic représente désormais 11 % du trafic alimentant les quatre principaux FAI en France. Ceux-ci ayant des stratégies très différentes en la matière, la proportion peut varier très fortement de l'un à l'autre.

Par ailleurs, il ressort que le ratio de trafic entrant / sortant sur un serveur cache interne est compris entre 1:8 et 1:25 selon les FAI. Autrement

// Modes d'acheminement du trafic sur internet



dit, chaque contenu qui y est stocké une fois est consulté ensuite entre 8 et 25 fois en moyenne.

Ce questionnaire a également permis d'estimer la décomposition du trafic selon son origine. Il apparaît notamment que les cinq principaux fournisseurs de contenus (Google, Netflix, Facebook, Akamai ⁽⁴⁶⁾, Canal+) cumulent désormais 55 % du trafic entrant sur les réseaux des principaux FAI en France. Ceci montre une concentration de plus en plus nette du trafic entre un petit nombre

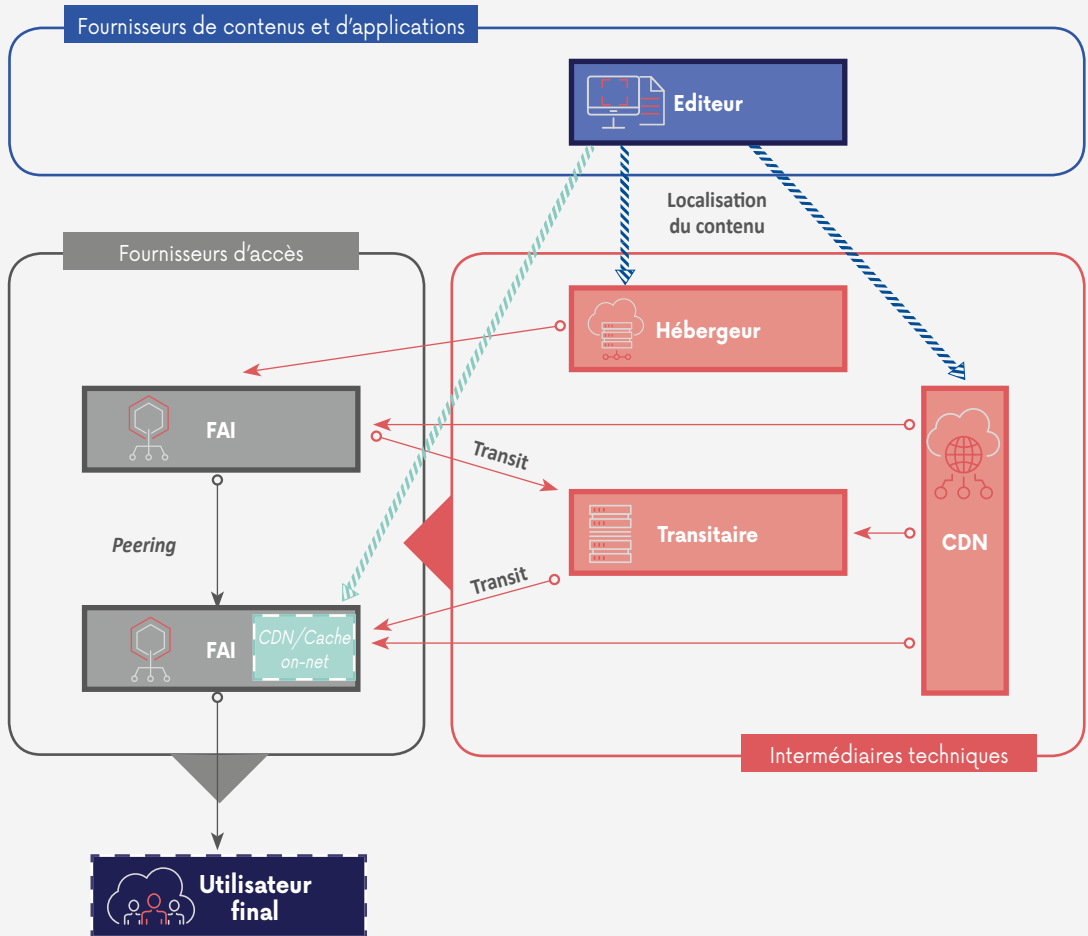
d'acteurs, dont la position sur le marché des contenus se conforte.

Une étude plus ancienne ⁽⁴⁷⁾ avait en outre permis à l'Arcep d'évaluer la composition du trafic par type d'applications. Ainsi, pour mémoire, la navigation *web* est devenue largement minoritaire, supplantée notamment par la diffusion de flux audiovisuels, très consommateurs de bande passante. Les flux vidéo connaissent en effet un essor tel qu'ils représentent désormais, selon les opérateurs, plus

⁽⁴⁶⁾ Il s'agit d'un CDN qui agrège le contenu de nombreux FCA de taille intermédiaire.

⁽⁴⁷⁾ Source : réponses au questionnaire Arcep portant sur la structure de l'usage de la bande passante des réseaux d'accès à internet sur le territoire français, juillet 2015.

// Injection interne (on-net) du trafic



de la moitié du trafic acheminé et sont devenus le principal moteur de sa croissance.

Selon des estimations Cisco, la part de vidéos en ligne dans le trafic serait encore plus élevée au niveau mondial. Elle représenterait 71 % en 2016 et cette proportion pourrait atteindre 82 % en 2020.

Une autre tendance suivie de près par l'Arcep est celle de l'évolution des points d'échange internet (IXP). Ils jouent en effet un rôle important dans le marché de l'interconnexion, notamment pour les

acteurs de taille plus limitée, qui y enrichissent leur connectivité à internet.

Les plus gros IXP en Europe sont situés à Francfort (DE-CIX), à Amsterdam (AMS-IX) et à Londres (LINX). Si la France en compte encore environ une quinzaine (de taille modeste et assez étalés géographiquement), le point d'échange associatif France-IX a été créé dans le but de les fédérer et d'atteindre une taille critique. Il dépasse désormais les 700 Gbit/s de trafic échangé en pointe⁽⁴⁸⁾ et rattrape (progressivement) les leaders européens.

⁽⁴⁸⁾ Cf. statistiques de trafic global de France-IX.

QUESTIONS À TROIS

FRANCE-IX

Franck SIMON, Président



LA FRANCE ACCROÎT SA VISIBILITÉ sur la carte des points d'échanges internet

Quel est votre avis sur l'état général de l'interconnexion en France ?

Si jusqu'en 2010, la France n'avait pas été en mesure de se positionner parmi les points stratégiques d'échanges internet sur le plan international, c'est désormais chose faite. Alors que les acteurs globaux d'internet préféreraient s'appuyer en Europe sur les points d'échanges situés à Francfort, Amsterdam ou Londres, la disponibilité d'une offre stable, pérenne et aboutie en France a permis de hisser notre pays aux premiers rangs européens dans ce domaine : à l'arrivée il demeure deux points d'interconnexion internationaux majeurs, à savoir France-IX et Equinix, ce qui est aussi le reflet de ce qui se passe dans les autres pays européens, permettant une diversité et résilience tout en autorisant une masse critique sur chacun.

A ceux-ci s'ajoutent le SFINX qui perdure, mais aussi les points d'échanges internet comme le SudIX et les initiatives portées par Rezopole dans le sud-est de la France, TOUIX et GirondIX pour le sud-ouest, OuestIX pour le nord-ouest, EuroGIX et LILLIX pour le nord-est, MassifIX pour le centre, ainsi que REUNIX, MAYOTIX, GUYANIX et MARTINIX dans les DROM.

Quel rôle joue France-IX dans ce contexte et quelles sont ses ambitions ?

France-IX conserve aujourd'hui sa mission initiale : faciliter les échanges et les transferts de données, communications et transactions sur internet, et, fédérer la communauté internet en France, grâce notamment à sa neutralité et son indépendance.

Cette communauté, constituée d'opérateurs, d'hébergeurs (type OVH ou Online.net) mais aussi et surtout de réseaux globaux de distribution de contenu (appelés CDN, Content Delivery Network), génèrent des échanges de trafic importants, en croissance exponentielle. Ces CDN (type Akamai, Limelight ou Cloudflare) trouvent chez France-IX une réponse cohérente à leurs besoins d'accès à leurs utilisateurs finaux. Des acteurs comme Microsoft, Google, ou les nouveaux services de contenus de type Netflix deviennent également de gros consommateurs d'interconnexion. Les réseaux sociaux, la vidéo sur internet ou les options de rediffusion en ligne des chaînes de télévision publiques et es jeux vidéos en ligne sont les nouveaux grands consommateurs, mais le développement des usages Cloud, pour les entreprises ou le grand public, s'accélère à grande vitesse en 2017.

France-IX fournit une plateforme d'interconnexion et de services à haute disponibilité : cela nécessite une évolution régulière de l'infrastructure, avec l'intégration d'équipements à très haute densité de ports 100 Gbit/s et le souci d'offrir le meilleur rapport qualité prix possible à la communauté. Enfin, l'objectif de France-IX est d'apporter une réponse simple et évidente à la question « sur quel point d'échange dois-je me connecter pour échanger avec un maximum de partenaires en France? ».

Pourquoi France-IX a décidé de se déployer à Marseille et quelles sont vos attentes relatives à cet IXP ?

La ville offre une alternative aux membres déjà connectés à Paris et contribue à la fourniture d'une plus grande résilience en France. L'expansion du réseau France-IX à Marseille a été un des piliers de son développement. Plus de 35 réseaux s'interconnectent déjà à Marseille : l'écosystème est notamment composé de fournisseurs de contenu et des réseaux mondiaux de distribution de contenu, d'opérateurs et FAI français et internationaux (venant principalement du Moyen-Orient, d'Afrique et d'Asie).

L'activation attendue des câbles sous-marins SEA-ME-WE 5 en décembre 2016 et AAE-1 au printemps 2017 offre des capacités internationales de l'ordre du Térabit/s pour de nombreux nouveaux opérateurs voulant rejoindre l'Europe ou le continent Africain via Marseille.

France-IX a anticipé cette croissance et mis à niveau ses équipements à Marseille, permettant ainsi les raccordements opérationnels des premiers membres à 100 Gbit/s fin 2016.

A cette date, Marseille figure parmi les quatre plus gros points de présence France-IX en termes de volumétrie de trafic, et à ce rythme deviendra l'un des deux premiers d'ici fin 2017.



6 des 10 premiers FAI français



5 des 10 premiers fournisseurs de contenu en France, hébergeurs et réseaux globaux de distribution de contenu



Opérateurs internationaux (Moyen Orient, Afrique, Asie)

L'Arcep observe une régionalisation des IXP, dont l'extension de France-IX à Marseille est emblématique. Outre le fait d'améliorer la résilience de France IX, jusque-là déployé essentiellement en région parisienne, le point d'interconnexion marseillais joue un rôle majeur dans l'interconnexion avec des acteurs au Moyen-Orient, en Afrique et en Asie. Pour mieux comprendre les enjeux d'une telle expansion, l'Arcep a rencontré Franck Simon, président de France-IX.

d) Evolution du recueil pour tenir compte des nouvelles tendances

Au vu de ce qui précède, l'Arcep entend procéder au 2nd semestre 2017 à un nouveau toilettage de sa décision de recueil d'informations.

En particulier, il s'agira de prendre en considération la place grandissante des CDN internes, en tant que nouvelle forme d'injection du trafic directement au sein du réseau des FAI, en complément des modes d'interconnexion traditionnels : *peering* et transit.

Une autre évolution du dispositif mis en place pourra porter sur l'intégration de la notion d'adressage – IPv4 ou IPv6 – dans le questionnaire. Les différents opérateurs devraient ainsi fournir des informations relatives à la nature de l'adressage utilisé selon les interconnexions considérées. Ceci permettra de déterminer, le cas échéant, si l'interconnexion constitue un goulot d'étranglement dans la transition vers IPv6. Ces informations pourront en outre être présentées dans le cadre de l'observatoire de l'Arcep correspondant⁽⁴⁹⁾.

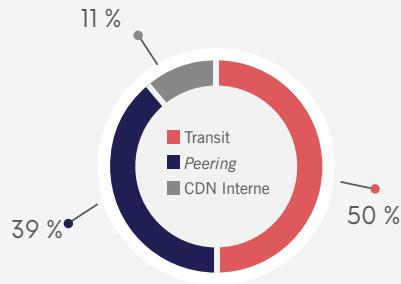
Plus généralement, l'Arcep est ouverte à toute suggestion d'amélioration du dispositif. Les acteurs du secteur auront l'occasion d'en faire part à l'Arcep dans le cadre de la consultation publique qui sera organisée à l'occasion de la présentation du projet de décision modificatrice.

3.2.2 Publication de résultats inédits

L'Arcep dispose grâce au recueil d'informations sur l'interconnexion de données d'une grande quantité de données sur l'interconnexion à partir de 2012. Ces données permettent de déceler certaines

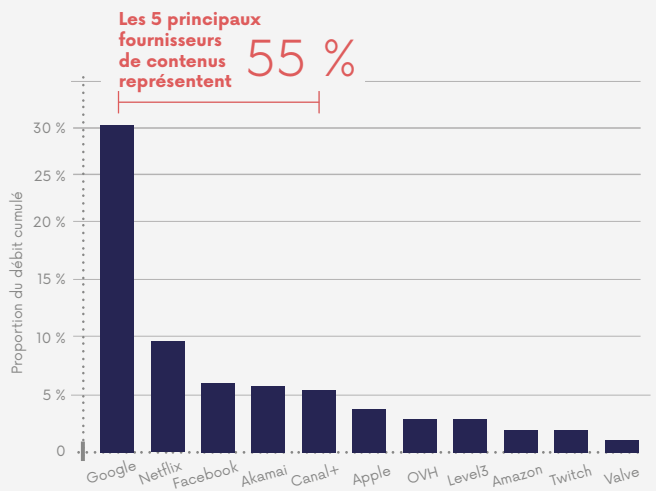
⁽⁴⁹⁾ Cf. 3.2.2.c), page 55 « L'enrichissement de l'observatoire de l'Arcep ».

// Répartition du trafic en France par type d'interconnexion (fin 2016)



Source : Arcep

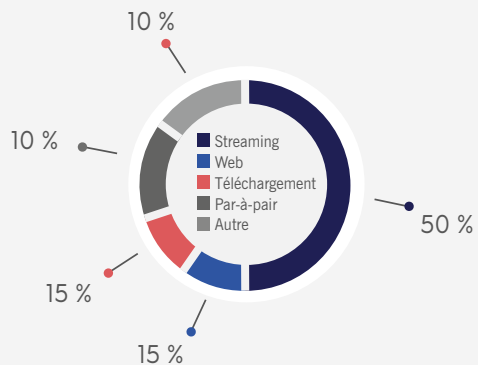
// Décomposition du trafic en France selon l'origine (fin 2016)*



* Données Orange, SFR et Bouygues Telecom

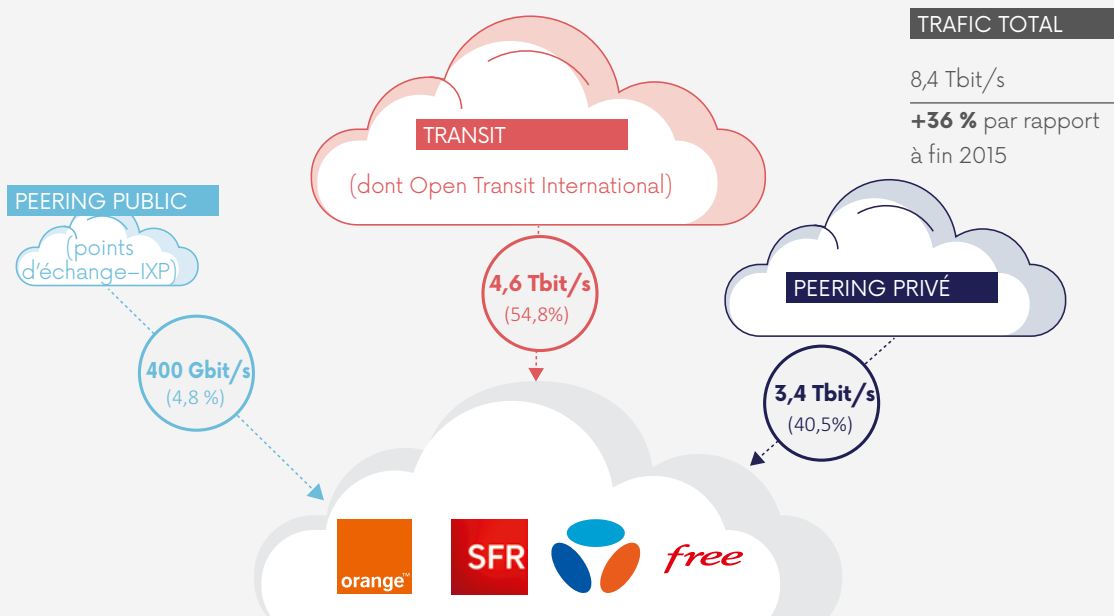
Source : Arcep

// Répartition du trafic en France par usage (juillet 2015)



Source : Arcep

// Répartition du trafic entrant (au 95^e centile) sur le réseau des quatre principaux FAI en France (fin 2016)



tendances du marché de l'interconnexion ; elles sont donc susceptibles d'avoir une grande valeur pour les acteurs du secteur. L'Arcep dévoile dans le présent rapport des enseignements tirés de ce recueil qui, par souci de confidentialité, ne portent que sur des résultats agrégés.

La participation de tous les opérateurs en France est primordiale pour avoir des informations précises et décrivant l'état réel du marché de l'interconnexion en France. Ainsi, l'Arcep appelle les FAI concernés à la ponctualité et à la précision dans leurs réponses semestrielles, afin que le travail de l'Autorité puisse se poursuivre dans de bonnes conditions.

a) Le trafic entrant

En fin 2016, le trafic entrant vers les quatre principaux FAI⁽⁵⁰⁾ en France atteint 8,4 Tbit/s, soit une augmentation de plus de 36 % par rapport à fin 2015. Ce trafic provient essentiellement de liens de transit (54,8 %).

Entre mi 2012 et fin 2016, le trafic entrant cumulé vers les quatre principaux FAI a augmenté à un

rythme exponentiel. Il a connu une augmentation d'environ 40 % en moyenne chaque année (soit presque un doublement du trafic tous les deux ans). On remarque par ailleurs que l'augmentation du trafic entrant est plus significative au second semestre de chaque année.

b) La capacité installée

Une augmentation du même ordre de grandeur des capacités à l'interconnexion a été observée pendant la période.

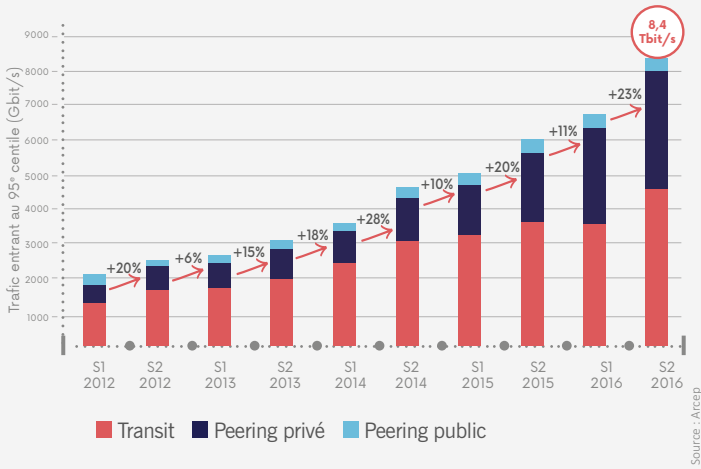
Globalement, bien que les capacités installées excèdent nettement les flux acheminés (20,3 Tbit/s pour 8,4 Tbit/s, soit un facteur 2,4), des cas ponctuels de congestion peuvent éventuellement survenir à l'interconnexion entre deux acteurs donnés. Une analyse fine, lien par lien, est nécessaire pour les identifier.

c) Les modalités d'interconnexion

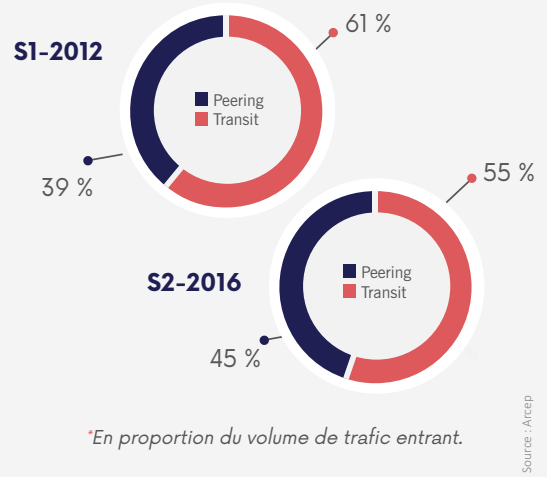
Par ailleurs, la part de transit a diminué entre 2012 et 2016 pour les quatre principaux FAI, principalement en

⁽⁵⁰⁾ Le trafic entrant vers les AS5410 (Bouygues Télécom), AS12322 (Proxad – Free), AS3215 (RBCI – Orange) et AS15557 (SFR).

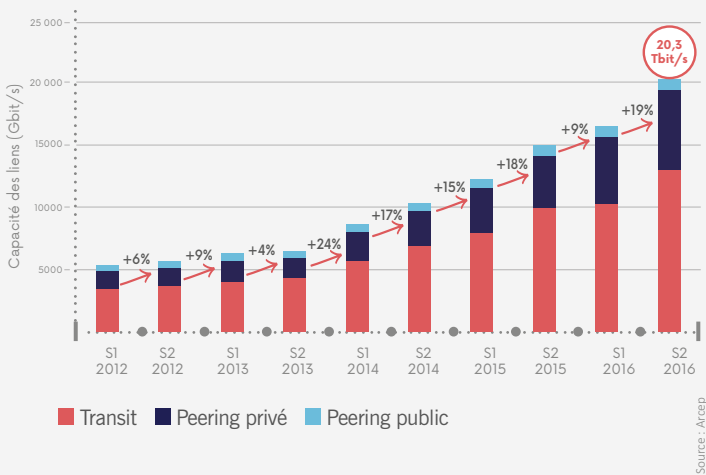
Evolution du trafic entrant cumulé vers les principaux FAI en France entre 2012 et 2016



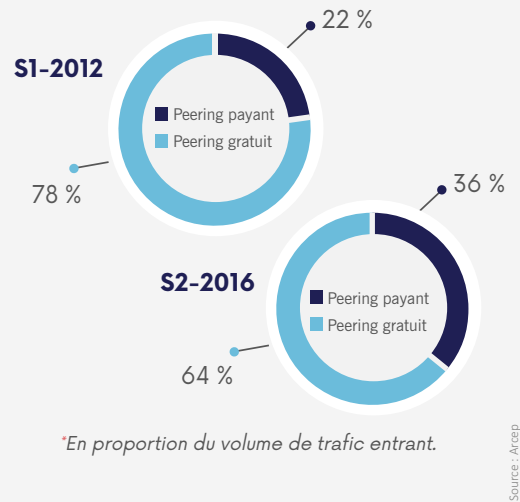
Evolution des parts de peering et de transit des principaux FAI en France*



Evolution des capacités des interconnexions des principaux FAI en France entre 2012 et 2016



Evolution de la part du peering payant pour les principaux FAI en France*



raison d'une augmentation massive des capacités installées de *peering* privé avec les principaux fournisseurs de contenus.

La part de *peering* public reste quant à elle globalement stable. Elle continue à couvrir environ 5 % du trafic total.

Les FAI présentent des stratégies très diverses en matière d'interconnexion. Celles-ci font l'objet d'un document

de référence, dit *peering policy* (en français « stratégie / politique de *peering* »), généralement public⁽⁵¹⁾.

Il ressort des informations dont dispose l'Autorité qu'une part importante des interconnexions en *peering* privé est payante chez les principaux FAI en France. L'accroissement de la proportion de *peering* privé entraîne donc mécaniquement une augmentation du taux de *peering* payant durant la même période.

(51) Exemples de politiques de *Peering* : AS5410 (Bouygues Télécom), AS12322 (Proxad – Free), AS3215 (RBCI – Orange) et AS15557 (SFR).

d) Les tarifs

Par ailleurs, le recueil d'informations sur les conditions de l'interconnexion et de l'acheminement de trafic a également permis de déduire plusieurs observations en termes tarifaires.

Ainsi, les tarifs des prestations de transit achetées par les FAI en France ont connu une diminution régulière depuis 2012. Ils se négocient aujourd'hui dans une fourchette comprise entre 10 centimes d'euros HT et plusieurs euros HT par mois et par Mbit/s, en fonction notamment des volumes échangés (débit mesuré au 95^e centile généralement) à l'interconnexion. Au vu des volumes échangés, on estime ainsi la taille du marché du transit en France à environ 4 millions d'euros par an.

Quant aux tarifs de *peering* payant appliqués par certains FAI en cas d'asymétrie marquée de trafic entrant vs. sortant, ils se situent fin 2016 dans une

fourchette comprise entre 25 centimes d'euros HT et plusieurs euros HT par mois.

e) Les FAI de plus petite taille

L'Arcep observe en outre que la majorité des autres FAI en France appartiennent à la catégorie des opérateurs de rang 3 (*tier 3*) : ils recourent principalement au transit pour accéder à internet. Ils ont des relations avec plusieurs transitaires, par souci de redondance ; leur nombre est généralement compris entre 2 et 3, voire 4 dans certains cas. Ces opérateurs sont également le plus souvent présents dans les principaux points d'échange internet en France. Du fait de leurs moindres volumes de trafic, les tarifs de transit qui leur sont appliqués sont plus élevés.

D'autres informations pourraient être exploitées pour les prochaines publications, notamment des informations quantitatives relatives aux acteurs de taille moyenne ou petite.

■ 3.3 Encourager la transition vers IPv6

Le protocole IPv4, utilisé sur internet depuis ses débuts, offre un espace d'adressage de près de 4,3 milliards d'adresses IP.

Or, le succès d'internet, la diversification des usages et la multiplication des objets connectés ont eu comme conséquence directe l'épuisement progressif des adresses disponibles, certaines régions du monde étant touchées plus que d'autres.

Face à cette pénurie, la transition vers un nouveau protocole est inévitable. Un retard trop important dans la transition risquerait en effet d'entraîner des conséquences néfastes, comme :

- l'explosion des coûts liés à une gestion de la pénurie d'adresses IPv4 ;
- le dysfonctionnement de certaines catégories de services.

En outre, le protocole IPv6 offre un espace d'adressage quasi-illimité à même de couvrir l'ensemble des besoins actuels et anticipés. Il permet d'attribuer à chaque terminal ou nœud du réseau une adresse IP individuelle afin de le rendre accessible directement depuis n'importe quel point du réseau internet ; de façon prospective, il offre même l'opportunité d'identifier plusieurs « objets matériels ou logiciels » au sein d'un terminal ou serveur donné.

Au-delà de sa capacité d'adressage, cette nouvelle version du protocole IP intègre de nouvelles fonctionnalités permettant notamment de simplifier certaines fonctions de la couche réseau, telles que le routage et la mobilité, ou d'assurer nativement une meilleure sécurisation des échanges.

Plus largement, la transition vers IPv6 présente un fort potentiel d'innovation et de compétitivité. En offrant plus de liberté aux utilisateurs et aux éditeurs, il leur permet de s'affranchir des limitations introduites par les maillons intermédiaires et de décider des innovations de demain.